

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-037560

(43)Date of publication of application : 12.02.1993

(51)Int.Cl. H04L 12/56
H04L 7/00

(21)Application number : 03-212772

(71)Applicant : NEC CORP

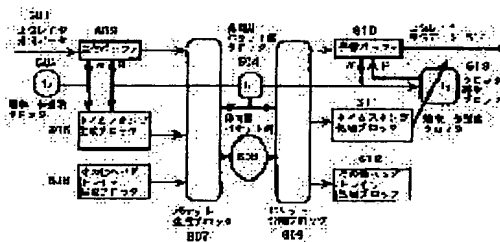
(22)Date of filing : 29.07.1991

(72)Inventor : IWATA ATSUSHI

(54) CLOCK SYNCHRONIZATION SYSTEM BETWEEN SENDER AND RECEIVER IN PACKET NETWORK AND CLOCK SYNCHRONIZATION DEVICE**(57)Abstract:**

PURPOSE: To prevent the effect of fluctuation in a delay in a network in the case of clock synchronization in an asynchronous packet network working on a synchronous network.

CONSTITUTION: A transmission data 601 is written in a transmission buffer 603 by using a sender side asynchronous clock 602 and when data by a packet length are stored, a time stamp block 605 expresses a phase of the asynchronous clock 602 of the sender side on the moment in a clock 604 of an asynchronous packet network 608 to obtain a time stamp and a packet generation block 607 generates a packet and sends it. The packet at the receiver side is given to a packet separation block 609, in which the packet is separated into the information part, the time stamp part and the header trailer part, and the data of the information part is written in a reception buffer 601 by using the clock 604, the time stamp part is written in the processing block 611 and the reception clock 613 is corrected based on the time stamp and the clock 604 of the asynchronous packet network to read the data.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 27.12.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2861515

[Date of registration] 11.12.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2861515号

(45) 発行日 平成11年(1999) 2月24日

(24) 登録日 平成10年(1998) 12月11日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 L 12/56
12/28

H 0 4 L 11/20

1 0 2 A
D

請求項の数 6 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平3-212772

(22) 出願日 平成3年(1991) 7月29日

(65) 公開番号 特開平5-37560

(43) 公開日 平成5年(1993) 2月12日

審査請求日 平成7年(1995) 12月27日

(73) 特許権者 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 岩田 淳

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気
株式会社内

(74) 代理人 弁理士 高橋 詔男 (外5名)

審査官 江嶋 清仁

(56) 参考文献 特開 平3-114333 (J P, A)

(58) 調査した分野(Int.Cl.⁶, D B名)

H04L 12/56

H04L 12/28

(54) 【発明の名称】 パケット網における送受信間クロック同期方式及びクロック同期装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 クロック同期のとれた網上でパケット通信を行なうパケット網に対して網クロックとは非同期な端末・伝送路を接続して、送受信間で一定速度のデータの送受信をする場合において、

送信側では当該データをパケット情報長に区切ってパケットを作成する時に、情報ビット中の特定ビットの時刻を同期網のクロックを基準にして測定し、それをタイムスタンプとして当該パケットのヘッダ又はトレイラに載せ、かつ、当該ヘッダにタイムスタンプの値を含むかどうかを示すビットと、当該タイムスタンプの値の誤り検出を行なうかもしくは誤り検出とその誤りの訂正とを行なうためのビットとを付加して送信し、

受信側では当該パケットのヘッダ又はトレイラを認識しタイムスタンプを解釈して、前記同期網のクロックを基

準にして当該パケットの再生タイミングを抽出し、受信側の読みだしクロックを送信側のクロックに同期させることを特徴とするクロック同期方式。

【請求項2】 クロック同期のとれた網上でパケット通信を行なうパケット網に対して網クロックとは非同期な端末・伝送路を接続して、送受信間でクロック同期をとる必要のある可変速度データの送受信をする場合において、

送信側では当該データをパケット情報長に区切ってパケットを作成する時に、ある周期ごとに当該可変速度のデータの情報ビット中の特定ビットの時刻を同期網のクロックを基準にして測定し、それをタイムスタンプとしてある周期毎に当該パケットのヘッダ又はトレイラに載せ、かつ、当該ヘッダにタイムスタンプの値を含むかどうかを示すビットと、当該タイムスタンプの値の誤り検

出を行なうかもしくは誤り検出とその誤りの訂正とを行なうためのビットとを付加して送信し、

受信側では当該パケットのヘッダ又はトレイラを認識しタイムスタンプを解釈して、前記同期網のクロックを基準にして当該パケットの再生タイミングを抽出し、受信側の読みだしクロックを送信側のクロックに同期させることを特徴とするクロック同期方式。

【請求項3】 クロック同期のとれた網上でパケット通信を行なうパケット網に対して網クロックとは非同期な端末・伝送路を接続して、送受信間でクロック同期をとる必要のある一定速度または可変速度のデータの送受信をする場合において、

送信側では当該送信データパケットとは独立に送信側のクロックを適当な間隔ごとに同期網のクロックを基準にして測定し、それをタイムスタンプとして、当該送信データパケットとは別のパケットの情報部に載せ、かつ、当該ヘッダにタイムスタンプの値を含むかどうかを示すビットと、当該タイムスタンプの値の誤り検出を行なうかもしくは誤り検出とその誤りの訂正とを行なうためのビットとを付加して送信し、

受信側ではタイムスタンプの載っているパケットの情報部を認識しタイムスタンプを解釈して、前記同期網のクロックを基準にしてパケットの再生タイミングを抽出し、受信側の読みだしクロックを送信側のクロックに同期させることを特徴とするクロック同期方式。

【請求項4】 クロック同期のとれた網上でパケット通信を行なうパケット網に対して網クロックとは非同期な端末・伝送路を接続して、送受信間でクロック同期をとる必要のある一定速度または可変速度のデータの送受信をする場合において、

送信側では当該送信パケットとは独立に送信側のクロックを適当な間隔ごとに同期網のクロックを基準にして測定し、それをタイムスタンプとして適当なタイミング毎に当該送信パケットのヘッダ又はトレイラに載せ、かつ、当該ヘッダにタイムスタンプの値を含むかどうかを示すビットと、当該タイムスタンプの値の誤り検出を行なうかしくは誤り検出とその誤りの訂正とを行なうためのビットとを付加して送信し、

受信側ではタイムスタンプの載っている当該パケットのヘッダ又はトレイラを認識しタイムスタンプを解釈して、前記同期網のクロックを基準にして当該パケットの再生タイミングを抽出し、受信側の読みだしクロックを送信側のクロックに同期させることを特徴とするクロック同期方式。

【請求項5】 クロック同期のとれた網上でパケット通信を行なうパケット網に対して網クロックとは非同期な端末・伝送路を接続して、送受信間でクロック同期をとる必要のある一定速度又は可変速度のデータの送受信をするクロック同期装置の受信装置において、当該パケット網のクロックで送信されてきたパケット情

報部・タイムスタンプ部・その他のヘッダ・トレイラ部に分離するためのパケット分離ブロックと、

情報部が書き込まれる受信バッファと、

タイムスタンプ部が書き込まれるタイムスタンプ部処理部と、

その他のヘッダ・トレイラが書き込まれるその他のヘッダ・トレイラ処理部と、

タイムスタンプの値の誤り検出を行なうか、タイムスタンプの値の誤り検出と訂正とを行なうための付加ビットによりタイムスタンプの値の誤り検出を行なうタイムスタンプ誤り検出器と、

上記誤りが検出された時に位相検出器の出力を保持するサンプルホールド回路と、

タイムスタンプ処理ブロックからのタイムスタンプ情報を基準として当該端末・伝送路のクロックを再生するクロック再生ブロックとからなり、

前記クロック再生ブロックは、網クロックをカウントするカウンタと、当該カウンタとタイムスタンプ処理ブロックの出力の一致を検出するための検出器と、当該検出器の一致検出出力を基準位相入力として動作するフェーズロックループ（Phase-Locked Loop；PLL）とからなることを特徴とする受信装置。

【請求項6】 クロック同期のとれた網上でパケット通信を行なうパケット網に対して網クロックとは非同期な端末・伝送路を接続して、送受信間でクロック同期をとる必要のある一定速度又は可変速度のデータの送受信をするクロック同期装置の受信装置において、

当該パケット網のクロックで送信されてきたパケット情報部・タイムスタンプ部・その他のヘッダ・トレイラ部に分離するためのパケット分離ブロックと、

情報部が書き込まれる受信バッファと、

タイムスタンプ部が書き込まれるタイムスタンプ部処理部と、

その他のヘッダ・トレイラが書き込まれるその他のヘッダ・トレイラ処理部と、

ヘッダおよびトレイラのビットによって、誤配送されてきたパケットや欠落したパケットを検出するパケット有効判定器と、

当該パケット有効判定器を参照して誤配送・欠落パケットを読む時に位相比較器の出力を保持するサンプルホールド回路と、

タイムスタンプ処理ブロックからのタイムスタンプ情報を基準として当該端末・伝送路のクロックを再生するクロック再生ブロックとからなり、

前記クロック再生ブロックは、網クロックをカウントするカウンタと、当該カウンタとタイムスタンプ処理ブロックの出力の一致を検出するための検出器と、当該検出器の一致検出出力を基準位相入力として動作するフェーズロックループ（Phase-Locked Loop；PLL）とからなることを特徴とする受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明はパケット網における送受信間のクロック同期方式及びクロック同期装置の構成技術に関する。

【0002】

【従来の技術】非同期パケット網において、網とは独立のクロックで動いている非同期ネットワークサービスの送受信間ではクロックを伝達する必要がある。非同期ネットワークサービスの例として、サーキットエミュレーションや動画サービスがある。例えば、DS3のような非同期伝送路がパケット網につながっていて、DS3からDS3へのデータ伝送をパケット網を通して行なう場合、DS3のクロック同期特性等の様々な要求条件を満足するように伝送できる必要があり、これをサーキットエミュレーションという。TV会議やTV電話等の動画サービスでは、映像がきちんと送受信間でクロック同期がとれて送れないと映像のフレームの飛びが起こったり逆に欠落が起こったりするために、高品質な画像伝送のためにはクロック同期が不可欠である。

【0003】このような非同期パケット網においてのクロック同期手法として、国際学会：1985年グローブコム（Globecom）でジーンイブスコチェネック（Jean-Yves Cochenne）らによって発表された“非同期時分割ネットワーク：ビデオ・音声信号用端末同期（Asynchronous Time-Division Networks: Terminal Synchronization for Video and Sound Signals）”に記載されているような技術が知られている。この論文は、アメリカで出版され、学会論文集791ページから794ページまでに載せられている。

【0004】この論文の中では、非同期端末間のクロック同期手法として、バッファフィリング法を紹介している。この手法では受信側でバッファにたまるデータを見ていて、バッファの中のある位置以上にデータが溜った時には、受信側の読みだしクロックのスピードを上げ、逆にバッファのある位置以下にデータが減った場合には受信側の読みだしクロックのスピードを下げることによって、常にデータ量をバッファのある位置のところになるようにしてクロックの同期をとっている。しかし、この方法はバッファに溜るデータの到着速度に依存しており、これはすなわち単に送信側と受信側のクロック間のクロック差だけではなく、ネットワーク内での遅延の揺らぎの影響も直接的に受けることになり、純粋に送受信端のクロックを合わせることではできない。図17にその一例を示す。ここではパケット通信の場合を例にとりて説明し、この方式は送信側では全く何もクロック同期に関する前処理は行なわないので、受信側のみの回路を図17に示す。

【0005】図17において1701は非同期パケット網を伝達されてきたパケットをビット系列に直した入力

である。この入力1701は、非同期パケット網のクロック1703ごとに、ファーストインファーストアウト（Fast-InFast-Out；FIFO）バッファ1705に書き込まれる。FIFOバッファ内のデータ量をバッファフィリングレベル1707といい、そのレベル1707を一定にするようにローカルな受信クロックを修正する。この時このクロック修正がゆっくりと起こるようにフェーズロックループ（Phase-Locked Loop；PLL）1706によって制御しており、PLL1706の入力としてバッファフィリングレベルを用い、出力として送信クロックの再生クロック1704が得られる。この再生クロック1704によってFIFOバッファ1705からデータを読みだし、ビット系列1702が得られる。この入力1701は送受信間のクロック差と非同期パケット網内のパケットレベルの遅延の揺らぎとの両方の影響を受けているので、PLL1706によって平滑化しても送信クロックの再生クロック1704はその両方の影響を受けてしまい、精度が悪くなってしまう。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】従来のバッファフィリング法によるクロック同期手法では、送信側では送信パケットに対して何の前処理も行なわずネットワークに送信し、受信側では受信側の読みだしクロックを、送られてくるパケットの到着周波数を平滑化したものとしていたために、ネットワーク内の遅延の揺らぎの影響を直接受けていた。このネットワーク内の遅延の揺らぎは、ネットワーク内にある交換機（ノード）でパケットが交換される時にパケットの待ち合わせにより、バッファ等で多少遅延を生じさせられることに起因している。当該バッファでの遅延は一定でなく、ある範囲で揺らぎがあり、その揺らぎは交換機を多く通れば通るほど大きくなる傾向にある。

【0007】つまり、図17において、入力1701は送受信間のクロック差と非同期パケットネットワーク内の遅延の揺らぎとの両方の影響を受けているので、PLL1706によって平滑化しても送信クロックの再生クロック1704はその両方の影響を受けてしまい、精度が悪くなってしまうという欠点があった。このようなネットワーク内の遅延の揺らぎの影響は、非同期パケット網が非同期網上に構成される場合には避けられないがCITで標準化されたような同期網上に構成される場合には解決可能である。本発明は、同期網上で従来の問題点であったネットワーク内での遅延の揺らぎの影響を全く受けない、クロック同期手法並びに当該同期装置の構成法を与えることを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、クロック同期のとれた網上でパケット通信を行なうパケット網に対して網クロックとは非同期な端末・伝送路を接続し

て、送受信間で一定速度のデータの送受信をする場合において、送信側では当該データをパケット情報長に区切ってパケットを作成する時に、情報ビット中の特定ビットの時刻を同期網のクロックを基準にして測定し、それをタイムスタンプとして当該パケットのヘッダ又はトレイラに載せ、かつ、当該ヘッダにタイムスタンプの値を含むかどうかを示すビットと、当該タイムスタンプの値の誤り検出を行なうかもしくは誤り検出とその誤りの訂正を行なうためのビットとを付加して送信し、受信側では当該パケットのヘッダ又はトレイラを認識しタイムスタンプを解釈して、前記同期網のクロックを基準にして当該パケットの再生タイミングを抽出し、受信側の読みだしクロックを送信側のクロックに同期させることを特徴とするクロック同期方式である。

【0009】第2の発明は、クロック同期のとれた網上でパケット通信を行なうパケット網に対して網クロックとは非同期な端末・伝送路を接続して、送受信間でクロック同期をとる必要のある可変速度データの送受信をする場合において、送信側では当該データをパケット情報長に区切ってパケットを作成する時に、ある周期ごとに当該可変速度のデータの情報ビット中の特定ビットの時刻を同期網のクロックを基準にして測定し、それをタイムスタンプとしてある周期毎に当該パケットのヘッダ又はトレイラに載せ、かつ、当該ヘッダにタイムスタンプの値を含むかどうかを示すビットと、当該タイムスタンプの値の誤り検出を行なうかもしくは誤り検出とその誤りの訂正を行なうためのビットとを付加して送信し、受信側では当該パケットのヘッダ又はトレイラを認識しタイムスタンプを解釈して、前記同期網のクロックを基準にして当該パケットの再生タイミングを抽出し、受信側の読みだしクロックを送信側のクロックに同期させることを特徴とするクロック同期方式である。

【0010】第3の発明は、クロック同期のとれた網上でパケット通信を行なうパケット網に対して網クロックとは非同期な端末・伝送路を接続して、送受信間でクロック同期をとる必要のある一定速度または可変速度のデータの送受信をする場合において、送信側では当該送信データパケットとは独立に送信側のクロックを適当な間隔ごとに同期網のクロックを基準にして測定し、それをタイムスタンプとして、当該送信データパケットとは別のパケットの情報部に載せ、かつ、当該ヘッダにタイムスタンプの値を含むかどうかを示すビットと、当該タイムスタンプの値の誤り検出を行なうかもしくは誤り検出とその誤りの訂正を行なうためのビットとを付加して送信し、受信側ではタイムスタンプの載っているパケットの情報部を認識しタイムスタンプを解釈して、前記同期網のクロックを基準にしてパケットの再生タイミングを抽出し、受信側の読みだしクロックを送信側のクロックに同期させることを特徴とするクロック同期方式である。

【0011】第4の発明は、クロック同期のとれた網上でパケット通信を行なうパケット網に対して網クロックとは非同期な端末・伝送路を接続して、送受信間でクロック同期をとる必要のある一定速度または可変速度のデータの送受信をする場合において、送信側では当該送信パケットとは独立に送信側のクロックを適当な間隔ごとに同期網のクロックを基準にして測定し、それをタイムスタンプとして適当なタイミング毎に当該送信パケットのヘッダ又はトレイラに載せ、かつ、当該ヘッダにタイムスタンプの値を含むかどうかを示すビットと、当該タイムスタンプの値の誤り検出を行なうかもしくは誤り検出とその誤りの訂正を行なうためのビットとを付加して送信し、受信側ではタイムスタンプの載っている当該パケットのヘッダ又はトレイラを認識しタイムスタンプを解釈して、前記同期網のクロックを基準にして当該パケットの再生タイミングを抽出し、受信側の読みだしクロックを送信側のクロックに同期させることを特徴とするクロック同期方式である。

【0012】第5の発明は、クロック同期のとれた網上でパケット通信を行なうパケット網に対して網クロックとは非同期な端末・伝送路を接続して、送受信間でクロック同期をとる必要のある一定速度又は可変速度のデータの送受信をするクロック同期装置の受信装置において、当該パケット網のクロックで送信されてきたパケット情報部・タイムスタンプ部・その他のヘッダ・トレイラ部に分離するためのパケット分離ブロックと、情報部が書き込まれる受信バッファと、タイムスタンプ部が書き込まれるタイムスタンプ部処理部と、その他のヘッダ・トレイラが書き込まれるその他のヘッダ・トレイラ処理部と、タイムスタンプの値の誤り検出を行なうか、タイムスタンプの値の誤り検出と訂正を行なうための付加ビットによりタイムスタンプの値の誤り検出を行なうタイムスタンプ誤り検出器と、上記誤りが検出された時に位相検出器の出力を保持するサンプルホールド回路と、タイムスタンプ処理ブロックからのタイムスタンプ情報を基準として当該端末・伝送路のクロックを再生するクロック再生ブロックとからなり、前記クロック再生ブロックは、網クロックをカウントするカウンタと、当該カウンタとタイムスタンプ処理ブロックの出力の一致を検出するための検出器と、当該検出器の一致検出出力を基準位相入力として動作するフェーズロックループ(Phase-Locked Loop; PLL)とからなることを特徴とする受信装置である。

【0013】第6の発明は、クロック同期のとれた網上でパケット通信を行なうパケット網に対して網クロックとは非同期な端末・伝送路を接続して、送受信間でクロック同期をとる必要のある一定速度又は可変速度のデータの送受信をするクロック同期装置の受信装置において、当該パケット網のクロックで送信されてきたパケット情報部・タイムスタンプ部・その他のヘッダ・トレイ

ラ部に分離するためのパケット分離ブロックと、情報部が書き込まれる受信バッファと、タイムスタンプ部が書き込まれるタイムスタンプ部処理部と、その他のヘッダ・トレイラが書き込まれるその他のヘッダ・トレイラ処理部と、ヘッダおよびトレイラのビットによって、誤配送されてきたパケットや欠落したパケットを検出するパケット有効判定器と、当該パケット有効判定器を参照して誤配送・欠落パケットを読む時に位相比較器の出力を保持するサンプルホールド回路と、タイムスタンプ処理ブロックからのタイムスタンプ情報を基準として当該端末・伝送路のクロックを再生するクロック再生ブロックとからなり、前記クロック再生ブロックは、網クロックをカウントするカウンタと、当該カウンタとタイムスタンプ処理ブロックの出力の一致を検出するための検出器と、当該検出器の一致検出出力を基準位相入力として動作するフェーズロックループ（Phase-Locked Loop; PLL）とからなることを特徴とする受信装置である。

【0014】

【0015】

【0016】

【0017】

【0018】

【0019】

【0020】

【0021】

【作用】本発明は、同期網上で非同期パケット通信を行なうことを特徴とする非同期パケット網に対して、同期網とは非同期な端末や伝送路が接続されている時に、送受信間のクロック同期を実現する上で障害となるネットワーク内での遅延の揺らぎの影響を全く受けない方式とその構成である。

【0022】同期網とは非同期な端末や伝送路のクロックの情報を同期網のクロックを基準に図4のようにカウントし、当該カウント値をタイムスタンプとしてパケットのヘッダ又はトレイラに載せる。受信側では、当該タイムスタンプ値を読んで同期網のクロックを基準に再生タイミングを再生する。同期網のクロックを送信側と受信側でともに参照しているために、ネットワーク内の遅延の揺らぎの影響は全く受けず、クロックの周波数のずれは生じない。

【0023】送信側の非同期なクロックと、同期網のクロックの関係によっては同期網のクロック幅だけの位相のずれが時々起こるが、この位相のずれは、PLLによって十分に減衰させることができ、タイムスタンプにより十分なクロック同期特性を得ることができる。但し、タイムスタンプのビット長は限りがあり、送信側の非同期なクロックと同期網のクロックとの関係によっては、カウンタが溢れてしまうが、それぞれ適当な分周比を選ぶことによってカウンタが溢れないようにすることも可

能である。

【0024】

【実施例】以下、図面を参照して本発明を詳しく説明する。初めに本クロック同期方式についての概要を述べ、本方式が基づいているタイムスタンプ法の基本原理について説明し、タイムスタンプを如何にパケット情報の中に入れるかについて説明する。次に本クロック同期方式の機能ブロックの説明を行ない、さらに送信側、受信側にわけて機能ブロックの詳細について説明し、また本方式が基づいているタイムスタンプが誤った場合のエラー対策についても説明する。最後に、ここで用いるプロトコルの説明を行ない、提供すべきサービスによるプロトコルの変形についても併せて説明する。

【0025】図1は本発明の実施例を示す図である。本クロック同期方式は図1のように同期網101上に非同期パケット通信網102があることを前提にして、同期網クロック（周波数： f_n ）とは非同期な伝送路（クロック周波数： f_s , f_s' ）、103、104が非同期パケット網102に接続されており、送信側103、受信側104との間でデータ105の送受信をする場合に、同期網101の基準クロック f_n を用いて送受信間のクロック同期手法である。

【0026】送信側103ではデータをパケットの情報長に区切ってパケット105を作成する時に、その情報ビット中の特定ビットの時刻、たとえば最後のビットの時刻を同期網101のクロックを基準にして測定し、それをタイムスタンプとしてパケット105のヘッダあるいはトレイラに載せて送信し、受信側104ではパケット105のヘッダあるいはトレイラを認識しタイムスタンプを解釈して、同期網101のクロックを基準にしてパケットの再生タイミングを抽出し、受信側104の読みだしクロックを同期させる。

【0027】図1と同じ機能を図2、3のように別の形で実現させることも出来る。図2は、図1のタイムスタンプ情報を送信データ205の情報ビットとは独立の間隔で求め、タイムスタンプを送信パケットのチャネル205とは別の論理チャネル206でパケットの情報部に載せて伝送し、送信データ205とは独立にクロックの同期をとる手法である。この手法は、送信データとは全く関係ないために、パケットのヘッダ部にタイムスタンプフィールドをとる必要はなく、特別なタイムスタンプ用のパケットで常にクロックの同期をとり続けていれば良いという利点があり、様々な送受信間のクロック同期精度に応じてタイムスタンプサイズ、また送信間隔を自由に選ぶことが出来る利点がある。又、図3は、図1のタイムスタンプ情報を送信データ305の情報ビットとは独立の間隔で求め、タイムスタンプを送信データの適当なパケット205のヘッダ又はトレイラに載せて伝送しクロックの同期をとる手法である。図3の手法は、図1と図2の中間の手法である。図1、2、3はともに送

受信間で網のクロックを基準に送信側のクロック情報を表現することで、クロック同期を実現する。

【0028】タイムスタンプの原理を図4を用いて説明する。401, 402は横軸を時間軸として右方向が時間の経過を表すとする。401は、網とは非同期な端末や伝送路のクロック401-1~401-3を表し、402は非同期パケット網のクロック402-1~402-8を表す。網と非同期な端末・伝送路のクロック401のあるクロックを同期網クロック402で表現する時、401の該クロックに最も近い距離にある402のクロックで表現すればよいが、ハード的な実現の容易さから401のクロックの時間を超えないという条件で最も401のクロックに近い402のクロックを求める方法が現実的である。どちらを選んでも実現は出来るが、ここでは後者の方法について具体的に説明する。

【0029】402のクロック402-1~402-8をカウンタで1クロックごとに数えていく時、402-1をカウンタの初期値0とすれば402-4は3, 402-8は7の値をとり、このカウンタ値をタイムスタンプ値として利用する。今401-1に対しては402-1, 401-2に対しては402-4, 401-3に対しては402-7が対応するので、タイムスタンプ値は401-1が0, 401-2が3, 401-3が6となる。ここでは、402のクロックの1クロック分を基準にタイムスタンプをつけたが、402のクロックを数クロック分を基準に、即ち402を分周してそれを基準にタイムスタンプをつけることも可能である。2クロック分を基準にタイムスタンプをつけると、401-1に対しては402-1, 401-2に対しては402-3, 401-3に対しては402-7が対応し、401-1は0, 401-2は1, 401-3は3のタイムスタンプ値をとる。

【0030】タイムスタンプ値をパケットに載せる場合、限られたビット数によって表現せねばならないので同期網のクロックと網とは非同期な端末・伝送路のクロックの関係によっては分周しないとカウントできない可能性がある。従って、適当な分周比によるタイムスタンプを定義する必要がある。

【0031】タイムスタンプ値を如何にパケットの情報フィールドの中に入れるのかを図5を用いて説明する。大きく分けると図1, 3の方式の場合のように501のパケットの中のヘッダ部またはトレイラ部に入れるか、または図2の方式の場合のように501の情報ビット部にそのまま入れるかの方法がある。いずれの場合でも、どこかのフィールドにタイムスタンプ情報やその他の付加的な情報を載せる必要がある。ここでは特にヘッダの部分にタイムスタンプフィールドやその他タイムスタンプに関係のある付加的フィールドを設ける場合について考え、502~505までは当該フィールドを意味する。基本的には502のようにタイムスタンプ用の領域

をとる。タイムスタンプが存在するパケットと存在しないパケットの両方が存在する場合にはいずれかを示すために503のようにタイムスタンプ使用フラグビットがある場合があり、タイムスタンプのビットに誤りがある場合クロック同期特性の劣化につながるので504のようにさらにタイムスタンプの誤り検出を行なうためのビットを用意する場合がある。サイクリックリダンダンシチェック符号(Cyclic Redundancy Check; CRC)のような誤り検出はその例である。また、それらをくみあわせて505のような場合もある。

【0032】本クロック同期方式の具体的な機能ブロック構成を、図6を用いて説明する。送信すべきデータ601を送信側の非同期クロック602で送信バッファ603に書き込み、送るべきパケット長分のデータが溜った時、タイムスタンプブロック605はその瞬間の送信側の非同期クロック602のクロックを非同期パケット網608のクロック604で表現してタイムスタンプの値を求め、その他のヘッダ・トレイラ生成ブロック606はヘッダ・トレイラを生成する。603, 605, 606のそれぞれの出力からパケット生成ブロック607でパケットを生成し、出来たパケットはその他のプロトコル処理をされ、非同期パケット網608上のパケットに変換された後、非同期パケット網608上を伝送する。

【0033】受信側では、非同期パケット網608のパケットを受信し、タイムスタンプの含まれている層以下のプロトコル処理を行ない、パケット分離ブロック609に入る。609で当該パケットは情報部、タイムスタンプ部、その他のヘッダ・トレイラ部に分けられ、情報部のデータは非同期パケット網608のクロック604で受信バッファ610に書き込まれ、タイムスタンプ部はタイムスタンプ処理ブロック611に書き込まれ、その他のヘッダ・トレイラは、その他のヘッダ・トレイラ処理ブロック612に書き込まれる。非同期パケット網608のクロック604を基準にしてタイムスタンプ処理ブロック611からのタイムスタンプ値からローカルなクロック613を修正し、再生されたクロック613で受信バッファ610に溜っているデータを読み出すことにより、受信データ614は送信データ601とクロック同期をとることが出来る。

【0034】図6は非同期パケット網608のクロック周波数604を基準にして、タイムスタンプをつけていた。非同期パケット網のクロック604と送信側の網と非同期な端末・伝送路のクロック602との関係によっては(1)十分なクロック同期精度を得られない、

(2)タイムスタンプサイズが足りない場合があり、従って適当な分周を行なう必要がある場合がある。図7は図6の非同期パケット網のクロック604、送信側非同期網のクロック602を適当な分周をさせたときの回路

である。図7は非同期パケット網のクロック704を分周器715で分周したクロックを基準にタイムスタンプをつけることができ、非同期パケット網クロック704と送信非同期クロック702とのクロック関係を変えることができ、かつタイムスタンプの所要ビット数を減らすことが出来る。図6との違いは、715の分周器が付けられた点である。

【0035】次に本クロック同期方式の送信側のさらに詳しい構成を図8を用いて説明する。図8は図6のタイムスタンプ生成ブロック605を詳しく説明したものである。

【0036】送信すべきデータ801が送信バッファに入るのと同時に、送信側の非同期クロック802をカウンタ820でカウントし、同様に非同期パケット網のクロック804をカウンタ821でカウントし始める。カウンタ820がパケットの情報長の大きさになった時DFF824にパルスを出し、その時のカウンタ821の値をタイムスタンプとしてパケット生成ブロック807に送る。更に、カウンタ820はパケットの情報長の大きさになった後、値をリセットして新しい送信データ801に合わせて再びカウントし始める。以後はこの動作を繰り返し、カウンタ821の数がオーバーフローしたら再び0からカウントを始める。カウンタの操作は常にN進カウンタの役目を果たしており、N以上になるとパルスを発生してカウンタ値をリセットする動作を行ない、当然受信側のタイムスタンプ処理側でもカウンタ動作は同じである。

【0037】次に本クロック同期方式の受信側のさらに詳しい構成を図9を用いて説明する。図9は図6のクロック再生ブロック613を詳しく説明したものである。

【0038】パケット分離ブロック909から受信バッファ910にデータが書き始められると同時に、非同期パケット網のクロック904でカウンタ931をカウントし始める。カウンタ931の値とタイムスタンプ処理ブロック911の値と大きさをマグニチュードコンパレータ932で比較して、大きさが同じになった時にパルスを生成する。ボルテージコントロールオシレータ(Voltage Control Oscillator; VCO)935の自走周波数を図6の送信側の非同期網のクロックとほぼ同じ周波数とし、当該出力周波数937をパケット長分だけ分周器936で分周した出力の位相とマグニチュードコンパレータ932のパルスの位相とを位相比較器933で比較して、位相のずれ分をローパスフィルタ(Low Pass Filter; LPF)934で平滑化し、その平滑化されたずれ分をボルテージコントロールオシレータ935に入力するフェーズロックループ(Phase-Locked Loop; PLL)回路930を構成する。本構成によるボルテージコントロールオシレータ935の出力937を受信側の再生クロックとする。この再生クロックは

PLLのためにジッタを十分抑えることができる。

【0039】次にタイムスタンプのビットが伝送中に何らかの原因で誤っていた場合に、その影響を回避するための本クロック同期方式の受信側の構成を図10を用いて説明する。図10は図9にタイムスタンプエラー検出1039とサンプルホールド回路1038とを付加したものである。

【0040】パケット分離ブロック1009からその他のヘッダ・トレイラ処理ブロック1012にヘッダ・トレイラが渡され、その処理出力がタイムスタンプエラー検出1039をした時にパルスを発生し、当該パルスはサンプルホールド回路1038に入力される。この時サンプルホールド回路1038がイネーブルになり位相比較器1033の出力が以前の値のまま変動しない(ホールドする)状態になり、再び1012がタイムスタンプ値が正常であると検出した場合には再びパルスを送り、サンプルホールド回路1038を無効にすることで、位相比較器1033の出力をそのままLPF1034に出すようになる。こうすることで、タイムスタンプが誤っている場合には当該タイムスタンプ値は無視することが出来る。

【0041】次に伝送中にヘッダのエラーにより他のパケットが紛れ込んできたり、本来あるべきパケットが消失する場合、本来あるべきはずのタイムスタンプがないか、もしくはたとえあったとしてもパケットの中に書かれているタイムスタンプが全然関係のない誤っている値をとる可能性がある。そのような場合にその影響を回避するための本クロック同期方式の受信側の構成を図11を用いて説明する。図11は図9にパケット有効判定器1140とサンプルホールド回路1138とを付加したものである。

【0042】パケットについて、当該パケットが有効なのか、無効なのかをパケット有効判定器1140で判断して、もし当該パケットが無効な場合には、サンプルホールド回路1138に入力される。この時サンプルホールド回路1138がイネーブルになり位相比較器1133の出力が以前の値のまま変動しない(ホールドする)状態になり、パケット有効判定器1140で当該パケットが有効な場合には再びパルスを送り、サンプルホールド回路1138を無効にすることで、位相比較器1133の出力をそのままLPF1134に出すようになる。こうすることで、無効なパケットの場合には当該タイムスタンプ値は無視することができる。このように図10や11のような、誤りが起こった時に対処することで精度良いクロック同期特性が得られる。

【0043】本クロック同期方式の階層化プロトコルについて、図12、13、14、15、16で説明する。伝送路のサーキットエミュレーションのような定速度(CBR; Constant Bit Ratio)サービスが一般には図12の方式をとり、その変形として

13, 14, 15も考えられる。可変レート of 画像伝送のような可変速度 (VBR; Variable Bit Ratio) サービスは一般的には図16の方式をとり、その変形としては定速度サービスと同様に、図13, 14, 15もその変形として考えられるが、ここでは図13, 14, 15は、特に定速度サービスを意識して述べる。

【0044】定速度 (CBR) サービスのように送信すべきデータを等長のビット長に分けてそれらを別々のパケットで送信する場合のタイムスタンプの付け方について図12で説明する。ここでは、プロトコル第N層の送信すべきデータを等長のビット1202-1, 1202-2に分ける時を例にして、タイムスタンプをつける方式について説明する。第N層の情報ビット系列1202-1は情報ビットの最後のビットの位置と同期網クロック1201とを比較して、同期網クロック1201-1の時点でのタイムスタンプカウンタ値がタイムスタンプとなり、第N層の情報ビット系列1202-2は同期網クロック1201-2の時点でのタイムスタンプカウンタ値がタイムスタンプとなり、それぞれのタイムスタンプ値を第N-1層の1203-1, 1203-2のヘッダ又はトレイラ領域の部分に1204-1, 1204-2のようにタイムスタンプを書き込む。

【0045】次に図12の変形として図13, 14, 15, 16が考えられる。これらはタイムスタンプを書き込む層が図12のように第N-1層ではなくて第N-2層以下の場合についての例である。ここでは特に第N-2層にタイムスタンプをおくことを考え、さらに第N-2層でプロトコルデータユニット (Protocol Data Unit; PDU) が4つに分割される場合をあげている。第N-2層以下でプロトコルデータユニットが分割されずにタイムスタンプがおかれる場合もあるがこれについても同様に考えられる。

【0046】図13ではプロトコル第N層の情報を等長のビット1302-1, 1302-2に分ける時に、第N-2層でタイムスタンプをつける方式について説明する。第N-2層では第N層の情報ビットが4つに分けられて1304-1, 1304-2~1304-4の情報部に入れられる。プロトコルデータユニット1304-1は1305-1のヘッダ・トレイラ部を持ち、ヘッダ部またはトレイラ部にタイムスタンプ領域1306-1を持ち、この領域に同期網クロックが1301-1の時点でのタイムスタンプカウンタ値をいれる。1304-2~1304-4はタイムスタンプを含んでいないので、タイムスタンプの存在判定フラグ1307-2~1307-4には無効ビットを立て、1307-1には有効ビットを立てる。このように、図13は、N-1層のプロトコルデータユニットの先頭ビットをN-2層のサービスデータユニットに含むプロトコルデータユニットのヘッダ又はトレイラ部分のみにタイムスタンプをおく

ことを意味し、それ以外のプロトコルデータユニットにはタイムスタンプをおかず、そのかわりにタイムスタンプをおいていないという指示ビットフィールドをもち、その値でタイムスタンプの載っているプロトコルデータユニットかそうでないかを判断する。図12と図13との違いはレイヤの違いと、タイムスタンプを持つプロトコルデータユニットとそうでないユニットがあるという違いである。但し、図13の場合特別な場合は、すべてのプロトコルデータユニットでタイムスタンプを持つ場合もある。

【0047】図14も図13と同様にプロトコル第N層の情報を等長のビット1402-1, 1402-2に分ける時に、第N-2層でタイムスタンプをつける別の方式について説明する。第N-2層では第N層の情報ビットが4つに分けられて1404-1, 1404-2~1404-4の情報部に入れられる。プロトコルデータユニット1404-1, 1404-2~1404-4はそれぞれ1405-1~1405-4のヘッダ・トレイラ部を持ち、ヘッダ部またはトレイラ部にタイムスタンプ領域1406-1~1406-4を持つ。第N層の情報ビット1402-1の中で、1404-1の情報部にのるものの最後のビットのタイムスタンプは1401-1であり、同様に1404-2に載るもののタイムスタンプは1401-2, 1404-4に載るもののタイムスタンプは1401-4となる。これは図12の方式のように、第N層の情報ビットの周期毎にタイムスタンプをつけるのではなくて、タイムスタンプをつけるべき情報がタイムスタンプをつける層においてどのように分割されているかによって、その分割されたデータの間隔でタイムスタンプを計算し、第N-2層にタイムスタンプを載せている。

【0048】但し、この例とは異なり、第N-1層のヘッダやトレイラが第N-2層のサービスデータユニットの大きさ以上の場合、第N-2層のプロトコルデータユニットの中で第N層の情報ビットを含んでいないような場合、タイムスタンプはつけることが出来ない。従って、この時にはタイムスタンプが書かれていないことを第N-2層のプロトコルデータユニットのヘッダ又はトレイラにタイムスタンプが有効か無効かを示すタイムスタンプフラグ1407-1~1407-4がある。もしタイムスタンプを含んでいない時には1407-1, や1407-4などで無効ビットを立てる。図14と図13との違いについては、図14はN-2層のサービスデータユニットの中で、N層の情報ビットの部分だけに注目し、そのビットごとにタイムスタンプをつける方法で、間隔が一定でないタイムスタンプ方式であるが、図13はN層の情報ビットのフレームの区切りごとにタイムスタンプをつけるので間隔が一定の方式であり、それが大きな違いである。

【0049】図15は第N-2層にタイムスタンプをつ

ける点は図12と同様であるが、1504-1、1504-2~1504-4のヘッダ部又はトレイラ部である1505-1~1505-4のタイムスタンプ部に、第N層の情報ビット1502-1の周期毎に求めたタイムスタンプ1501-1のビットを4つに分けて、第N-2層のヘッダ又はトレイラ部においておき、タイムスタンプを再生する時には、第N-2層のタイムスタンプ1506-1~1506-4のなかで有効なタイムスタンプ部を1507-1~1507-4で判断して、有効なタイムスタンプ部を集めると1508のタイムスタンプが得られる。すなわち、タイムスタンプのビットを分けて格納しておく方式である。

【0050】図16は、図12の定速度のサービスとは異なり、動画像伝送のような可変速度のサービスに適用されるプロトコルである。動画像符号化にはさまざまな手法があり、何らかの意味のある情報の固まりごとに符号化される。クロック同期のために、フィールド、またはフレームなどの一定間隔の区切りが必要で、例えば第N-2層があるフレーム周期1602-0を持ちながら、符号化の都合で1602-1、1602-2、1602-3のように非等長の情報ごとにバケット化すると仮定する。ここで1602-2がデータがなくて1602-1、1602-3にしかデータがない場合もあり、一般には単に動画像符号化装置から送られてくる信号だけだと不規則にデータが生じるので、何らかの一定の間隔のデータの区切りがないとクロック同期をとることは出来ないで、そのような区切りがあると仮定する。従って、第N-1層のヘッダ・トレイラ部にタイムスタンプを載せる場合、第N層のフレームの区切りの情報を含んでいる第N-1層のヘッダ部・トレイラ部のみにタイムスタンプ1605-1をのせタイムスタンプ有効フラグを有効にしておき、タイムスタンプが載っていない部分にはタイムスタンプを無効にしておけば良い。この場合は、タイムスタンプは1605-1のヘッダ部またはトレイラ部1604-1の領域1605-1におかれ、タイムスタンプ値は1601-1の時点でのタイムスタンプカウンタ値となり、タイムスタンプ使用フラグ1605-1には有効ビットがたち、1605-2は無効ビットが立つ。

【0051】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、送信側の非同期クロックの時間情報を同期網のクロックを基準にカウントし、当該カウント値をタイムスタンプとしてバケットのヘッダ又はトレイラに載せ、受信側では、当該タイムスタンプ値を読んで同期網のクロックを基準に再生タイミングを再生し、同期網のクロックを送信側と受信側でともに参照しているために、ネットワーク内の遅延の揺らぎの影響は全く受けずに、クロックの周波数のずれは生じない。送信側の非同期なクロックと、同期網のクロックの関係によっては同期網のクロッ

ク幅だけの位相のずれが時々起こるが、この位相のずれをPLLによって十分に減衰させることができ、タイムスタンプにより十分なクロック同期特性を得ることができる。但し、タイムスタンプのビット長は限りがあり、送信側の非同期なクロックと同期網のクロックとの関係によっては、カウンタが溢れてしまうが、それぞれ適当な分周を選ぶことによってカウンタが溢れないようにすることも可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】同期網上の非同期バケット網でのクロック同期方式の概念図1。

【図2】同期網上の非同期バケット網でのクロック同期方式の概念図2。

【図3】同期網上の非同期バケット網でのクロック同期方式の概念図3。

【図4】タイムスタンプの原理を示す図。

【図5】プロトコル上でのタイムスタンプ領域を示す図。

【図6】非同期バケット網でのクロック同期装置を示す図。

【図7】非同期バケット網でのクロック同期装置の他の例を示す図。

【図8】非同期バケット網でのクロック同期のための送信装置を示す図。

【図9】非同期バケット網でのクロック同期のための受信装置を示す図。

【図10】クロック同期のための受信装置でのタイムスタンプエラー対処装置を示す図。

【図11】クロック同期のための受信装置でのバケットエラー対処装置を示す図。

【図12】タイムスタンプのプロトコルスタック1を示す図。

【図13】タイムスタンプのプロトコルスタック2を示す図。

【図14】タイムスタンプのプロトコルスタック3を示す図。

【図15】タイムスタンプのプロトコルスタック4を示す図。

【図16】タイムスタンプのプロトコルスタック5を示す図。

【図17】従来のクロック同期方式（バッファフィリング法）を示す図。

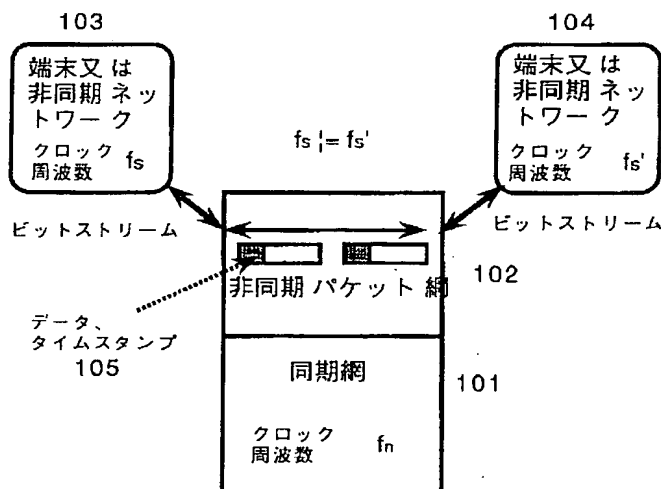
【符号の説明】

【クロック同期装置関係】

101, 201, 301, 402 同期網
102, 202, 302, 608, 708 非同期バケット網
103, 104, 203, 204, 303, 304, 401 同期網とは非同期な端末・伝送路
601, 614, 701, 714, 801, 914, 1

014, 1114, 1701, 1702 同期網とは非同期な端末・伝送路のデータ
 604, 704, 804, 1703 非同期パケット網のクロック
 602, 702, 802 同期網とは非同期な端末・伝送路のクロック
 937, 1037, 1137, 1704 受信側再生クロック
 715, 716, 936, 1036, 1136 分周器
 820, 821, 931, 1031, 1131 カウンタ
 930, 1030, 1130, 1706 PLL
 1038, 1138 サンプルホールド回路
 932, 1032, 1132 Magnitude Comparator
 824 D-FF
 933, 1033, 1133 位相比較器
 934, 1034, 1134 LPF
 935, 1035, 1135 VCO
 1705 FIFO
 1707 バッファフィリングレベル
 603, 703, 803 送信バッファ
 605, 705, 805 タイムスタンプ生成ブロック
 606, 706, 806 その他のヘッダ・トレイラ生成ブロック
 607, 707, 807 パケット生成ブロック
 609, 709, 909, 1009, 1109 パケット分離ブロック
 610, 710, 910, 1010, 1110 受信バッファ
 611, 711, 911, 1011, 1111 タイ

【図1】



ムスタンプ処理ブロック

612, 712, 912, 1012, 1112 その他のヘッダ・トレイラ処理ブロック

613, 713, 913, 1013, 1113 クロック再生ブロック

1039 タイムスタンプエラー検出

1140 パケット有効判定器

【クロック同期方式関係】

105, 206, 305 タイムスタンプの載ったパケット

205 タイムスタンプのないパケット

501~505 プロトコル

401-1~3 同期網とは非同期な端末・伝送路のタイミング

402-1~8, 1201, 1201-1~2, 1301, 1301-1~2, 1401, 1401-1~4, 1501, 1501-1~2, 1601, 1601-1

同期網のタイミング

1202, 1202-1~2, 1203-1~2, 1302, 1302-1~2, 1303-1~2, 1304-1~4, 1402, 1402-1~2, 1403-1~2, 1404-1~4, 1502, 1502-1~2, 1503-1~2, 1504-1~4, 1602, 1602-1~3, 1603-1~2

情報ビット

1602-0 フレームの周期

1204-1~2, 1305-1~4, 1405-1~4, 1505-1~4, 1604-1~2

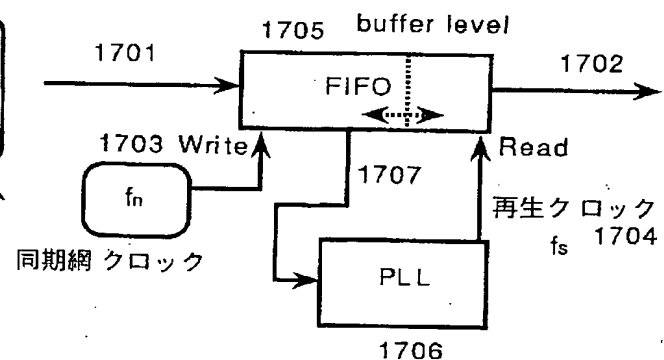
ヘッダ部
 1306-1~4, 1406-1~4, 1506-1~4, 1508, 1605-1~2

タイムスタンプ領域

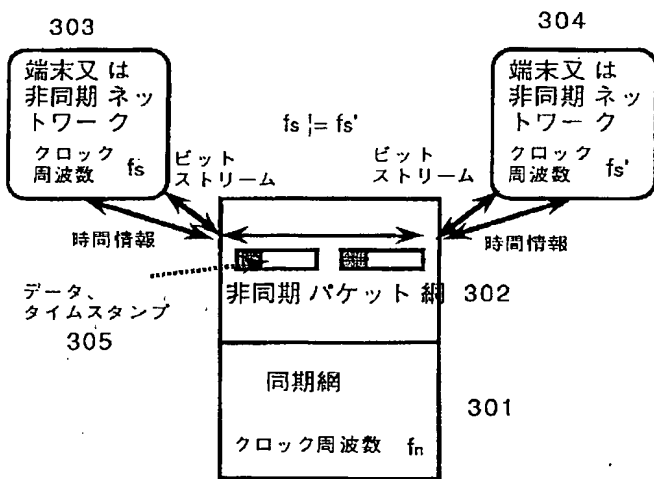
1307-1~4, 1407-1~4, 1507-1~4, 1606-1~2

タイムスタンプフラグ

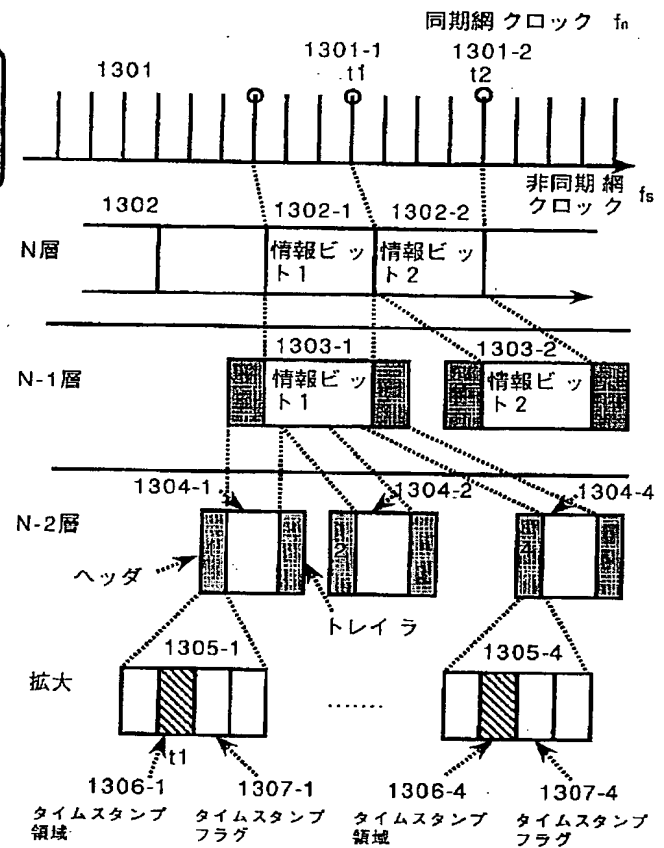
【図17】



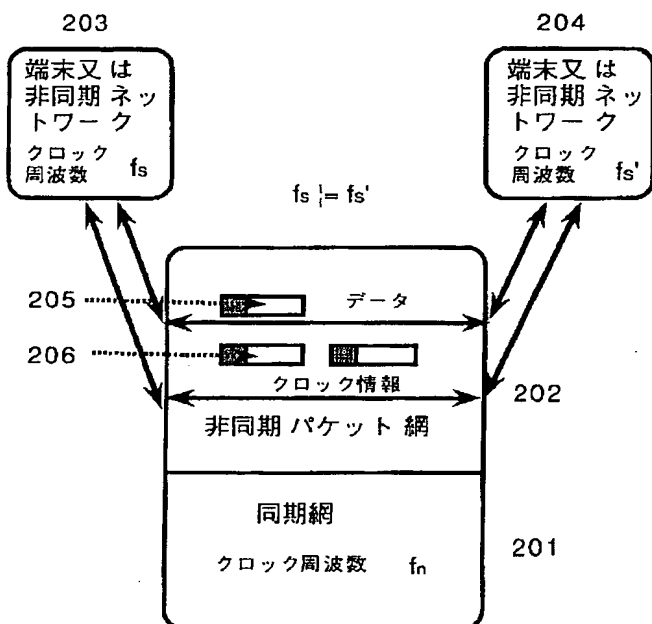
【図3】



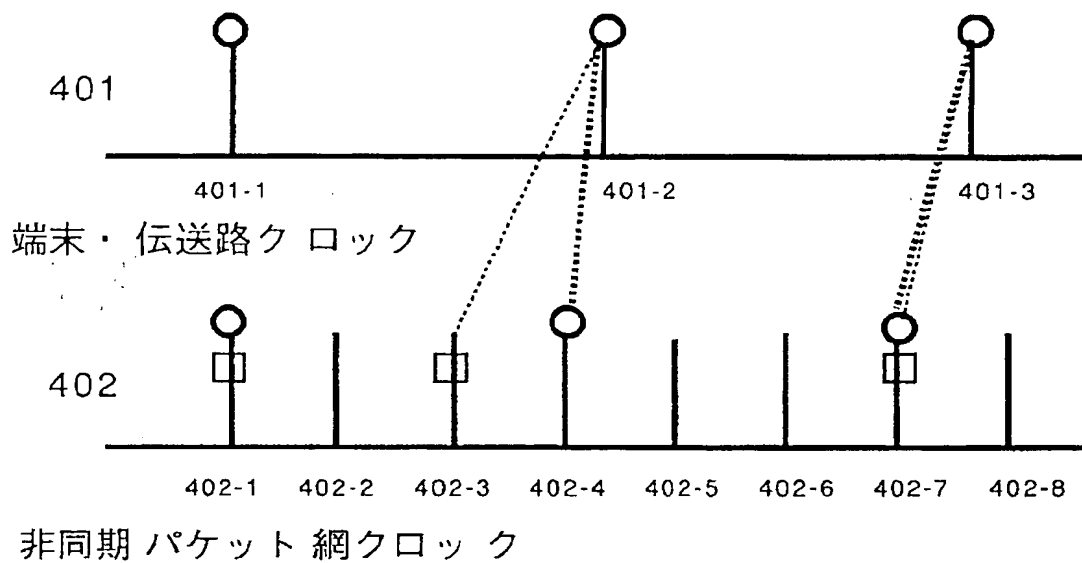
【図13】



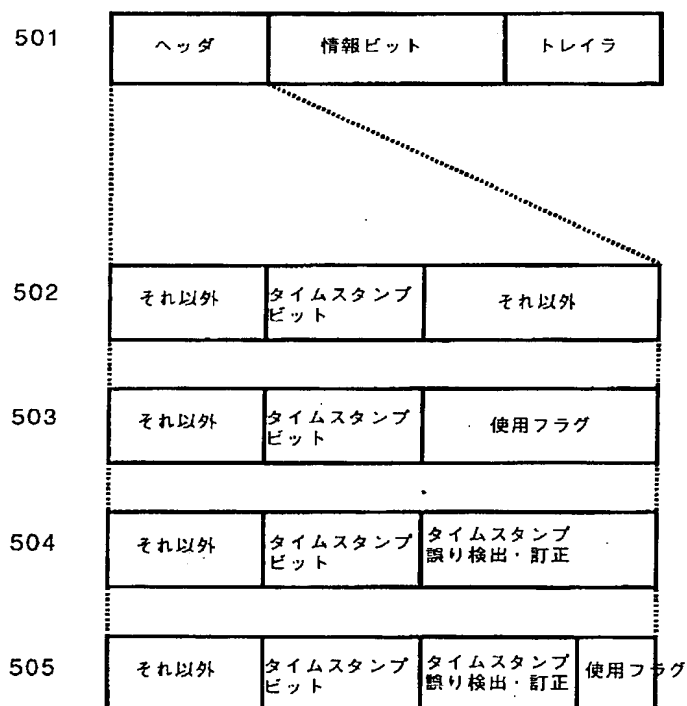
【図2】



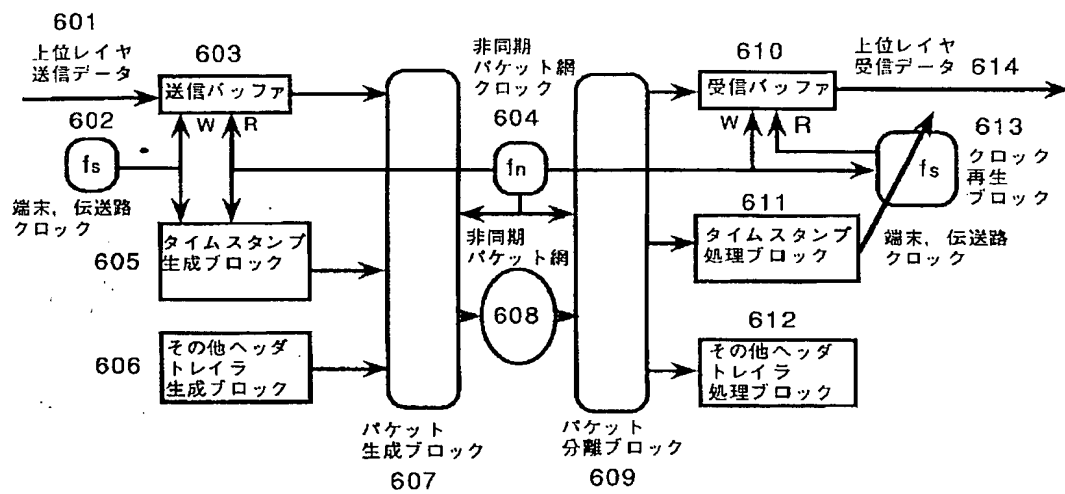
【図4】



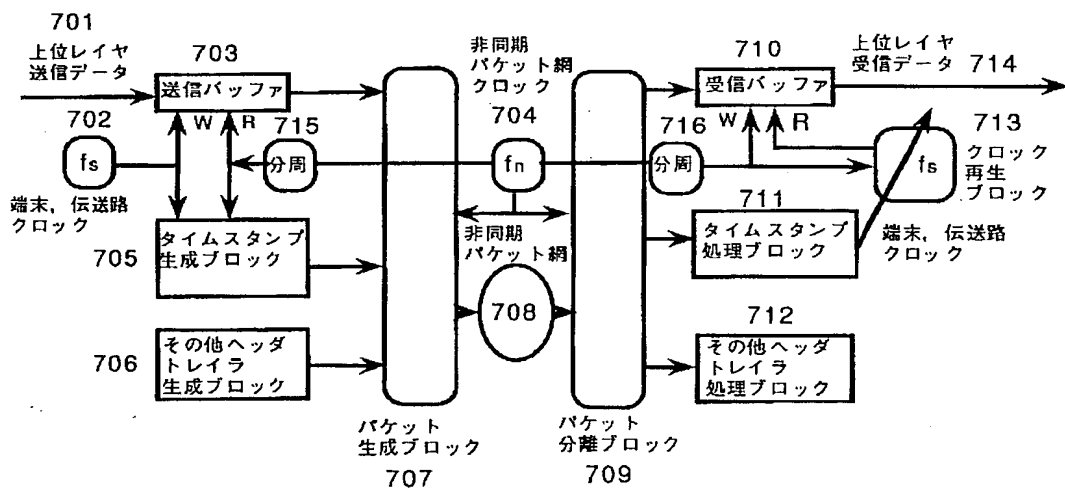
【図5】



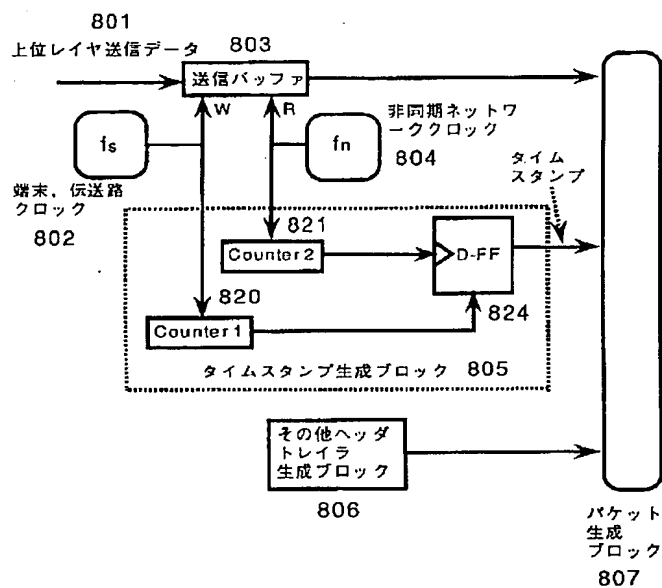
【図6】



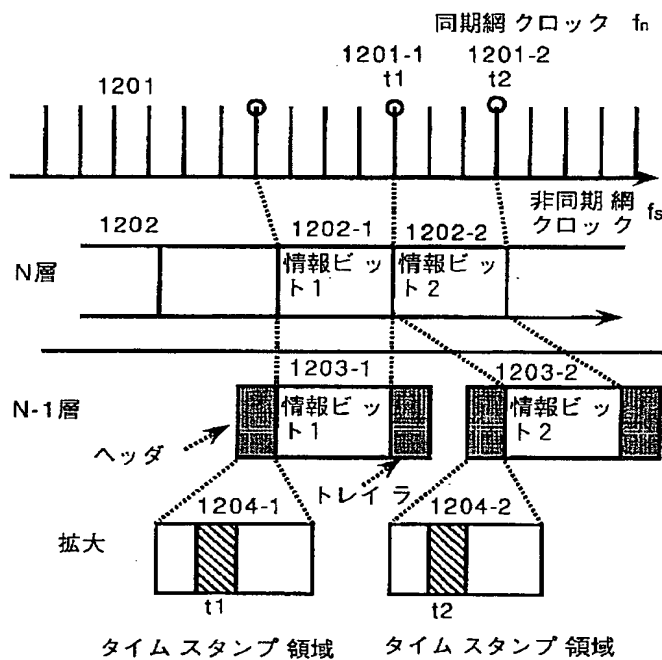
【図7】



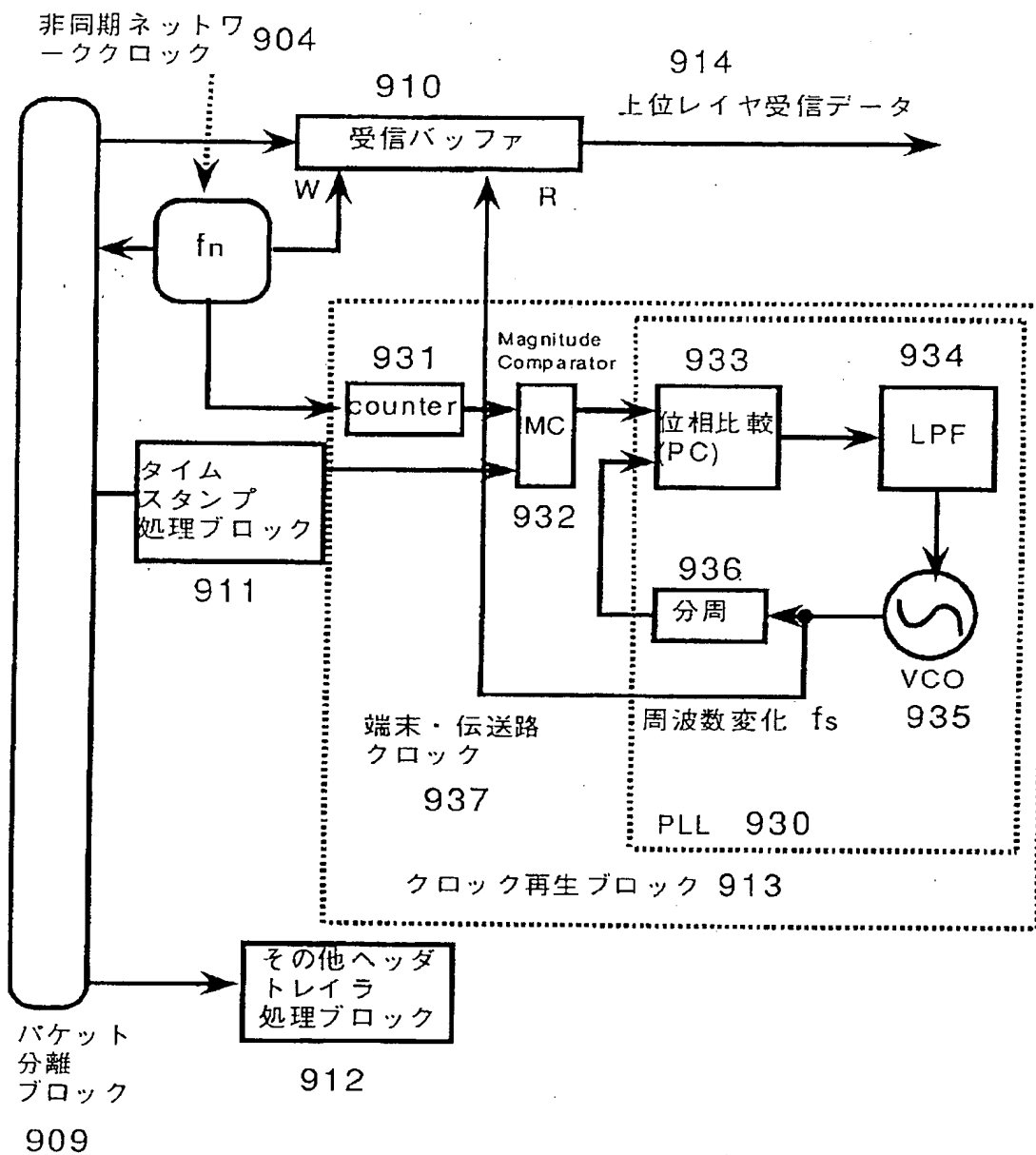
【図8】



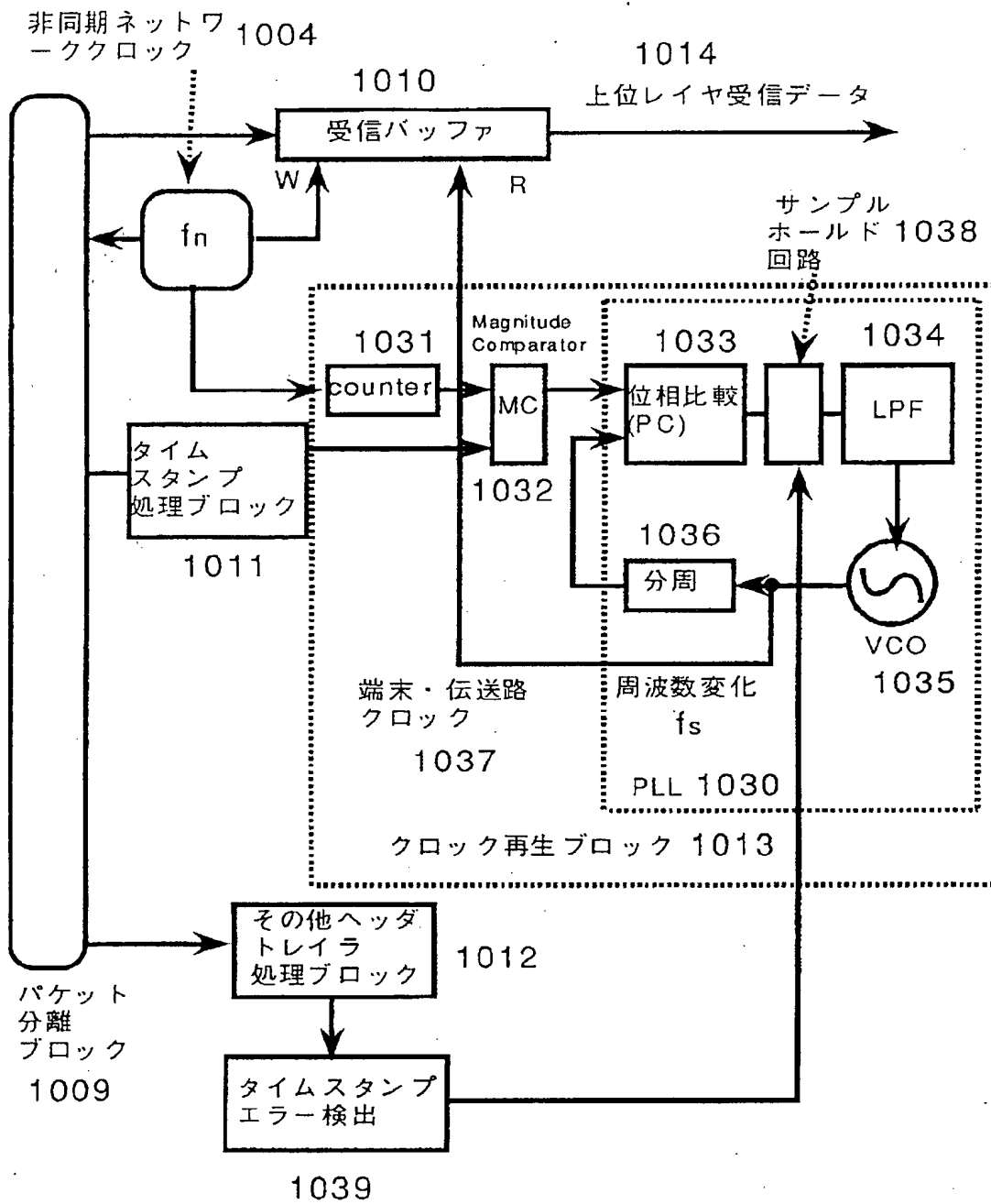
【図12】



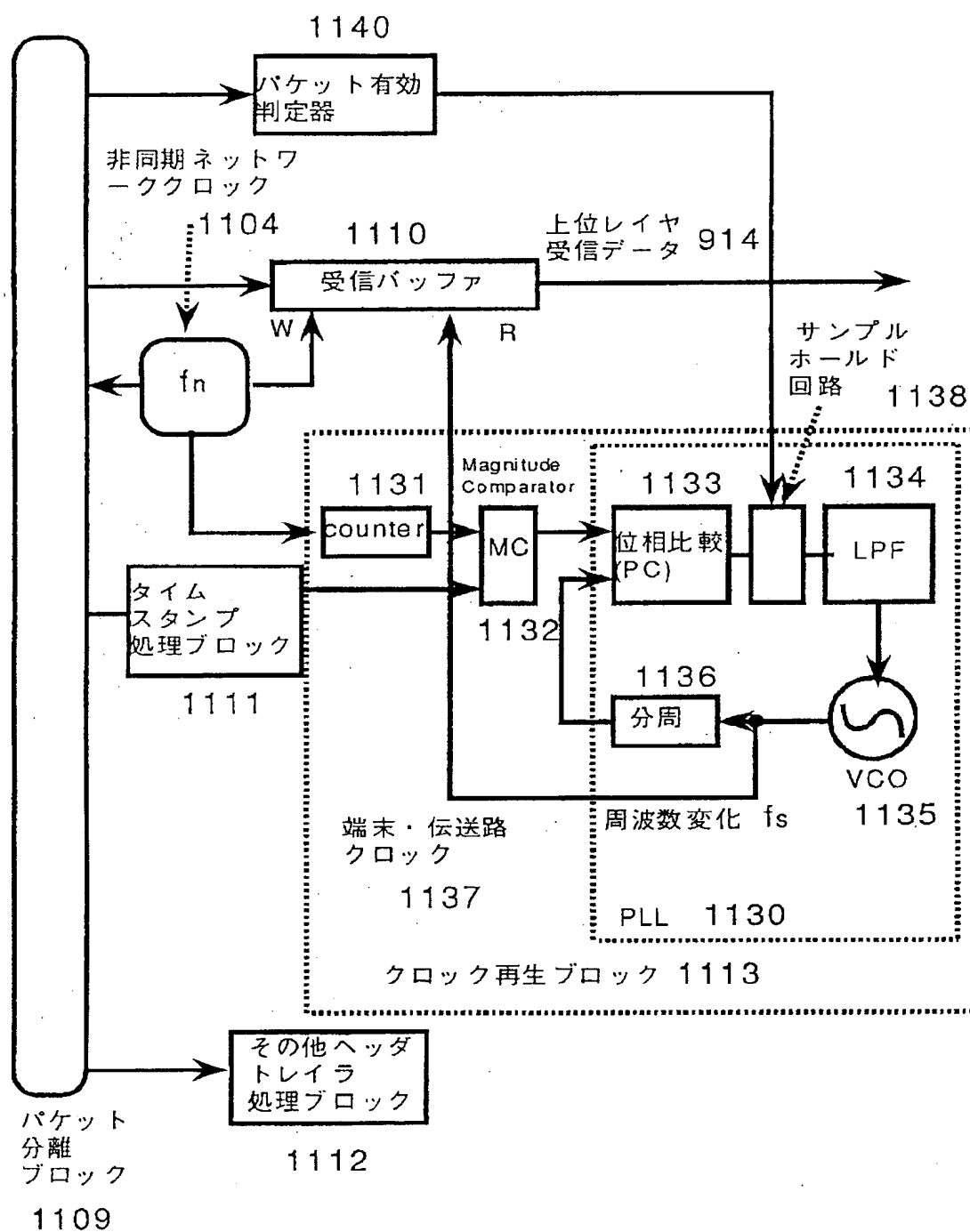
【図9】



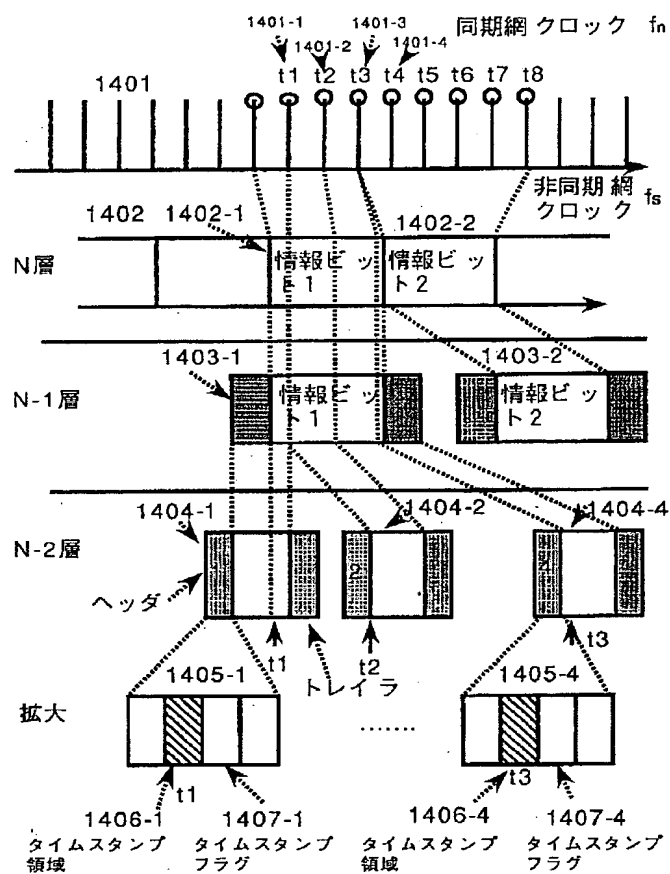
【図10】



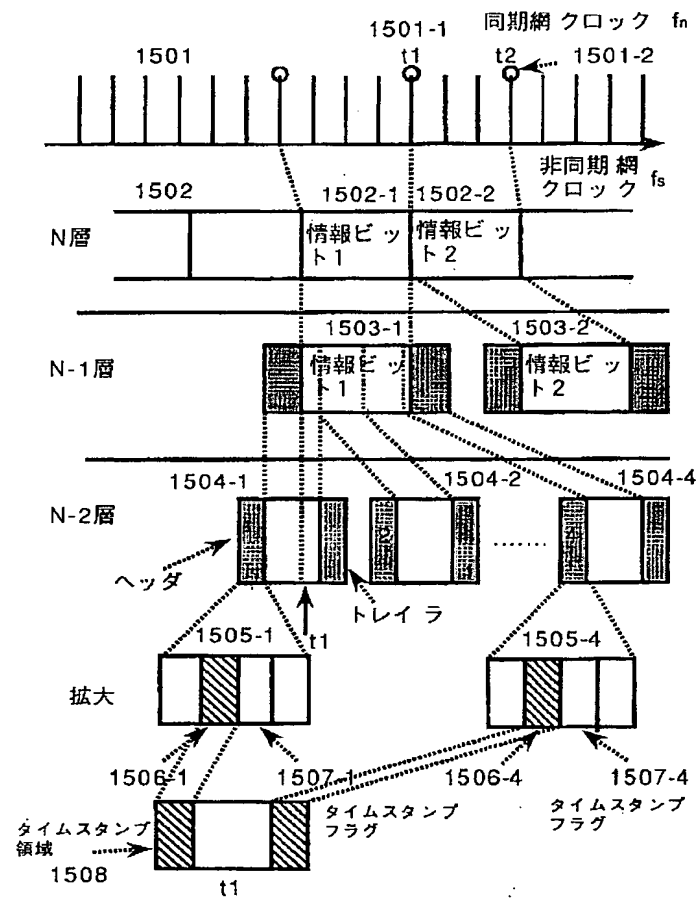
【図11】



【図14】



【図15】



【図16】

